

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Храмцова К.Д.

Руководитель - проф., д.т.н. Мальцева Л.А.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
mla44@mail.ru

Для исследуемых сталей 03X14H11K5M2ЮТ (плавка 4) и 03X14H11KM2ЮТ (плавка 5) важная технологическая операция в производственном цикле – холодное волочение – не только обеспечивает получение проволоочной заготовки заданного размера, но и является эффективным способом структурного упрочнения и формирования конечных служебных свойств будущего изделия. Целью данного исследования явилось выявление роли кобальта в формировании структуры и физико-механических свойств сложнолегированных аустенитных сталей с различным содержанием кобальта от 1,0 до 5,0%, при различных видах и степенях деформации.

В процессе холодного волочения исследуемых сталей формируется аксиальная текстура. Для оценки остроты текстуры приведены полюсные плотности для полюсов ориентировки (таблицы 3.2 – 3.4). Полюсные плотности показывают значительное усиление остроты текстуры при увеличении степени деформации по сравнению с бестекстурным образцом, т.е. если для полюса HKL $P_{\text{HKL}}=1$, то текстуры нет, и текстура тем острее, чем сильнее величина отклоняется от 1.

Таблица 1 – Количественный анализ и оценка текстуры плавков 4, 5 после холодной пластической деформации волочением со степенью обжатия $\epsilon = 1,15$

Плавка	Фаза	Об. доля, %	Вес. доля, %	Периоды, нм	Основная ориентировка / Полюсная плотность
4	α	25.8 ± 0.3	25.4 ± 0.3	$A = 0,2874$	$\langle 110 \rangle / P_{110}=1.8$
	γ	74.2 ± 0.3	74.6 ± 0.3	$A = 0,3592$	$\langle 100 \rangle$ и $\langle 111 \rangle / P_{100}=1.8, P_{111}=1.5$
5	α	45.1 ± 0.3	44.6 ± 0.3	$A = 0,2879$	$\langle 110 \rangle / P_{110}=2.4$
	γ	54.9 ± 0.3	55.4 ± 0.3	$A = 0,3601$	$\langle 100 \rangle$ и $\langle 110 \rangle / P_{100}=1.6, P_{110}=2.4$

Основная ориентировка в аустенитной матрице возникает по направлению $\langle 111 \rangle$, она дополняется второй компонентой типа $\langle 100 \rangle$, параллельной оси проволоки. Подобная ориентировка является типичной для металлов и сплавов с ГЦК решеткой, имеющих пониженную энергию дефектов упаковки. При значительной деформации (когда объемная доля мартенсита в структуре становится заметной) удастся, кроме того,

зафиксировать преимущественную ориентировку кристаллов α -твердого раствора по направлению $\langle 110 \rangle$.

Анализ полюсной плотности и объемной доли образующегося мартенсита деформации показал, что с увеличением степени деформации полюсная плотность α -мартенсита плавки 4 непрерывно растет, в то время как в образце плавки 5 свыше $\epsilon = 2,99$ наблюдается падение значения полюсной плотности, что свидетельствует о достижении большей фрагментации структуры при меньших степенях деформации. Объемная доля образующегося мартенсита для плавки с пониженным содержанием кобальта увеличивается более интенсивно и при $\epsilon = 1,15$ составляет уже $\sim 45\%$, при более высоких степенях деформации показатели для обеих плавок практически выравниваются.

Проведенные исследования эволюции структурообразования исследуемых сталей в процессе деформации показали, что при малых степенях деформации $\sim 30\%$ ($\epsilon = 0,39$) в сталях, содержащих $\sim 5,0\%$ кобальта, на фоне однородно распределенных дислокаций появляются многочисленные дефекты упаковки, двойники, которые сначала располагаются по одной системе сдвига $\{111\} \langle 112 \rangle$, а затем с увеличением степени деформации по двум и более системам, и возникают пластинки ϵ -мартенсита. При дальнейшем увеличении степени обжатия в структуре появляется мартенсит деформации, количество которого увеличивается с увеличением степени холодной пластической деформации.

Известно, что кобальт подавляет образование α -мартенсита, усиливая процесс формирования ϵ -мартенсита. Следовательно, процесс микродвойникования в кобальтсодержащих сталях мешает процессу образования мартенсита деформации, и количество мартенсита деформации на начальных стадиях обжатия увеличивается незначительно. В сталях с пониженным содержанием кобальта $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение происходит при меньших степенях обжатия и при меньших степенях обжатия наступает насыщение. Именно поэтому данные стали обладают меньшей технологичностью при волочении.

При степени обжатия $\epsilon = 1,9$ в структуре наблюдается мартенсит деформации, количество которого составляет $\sim 50\%$ для стали плавки 4 и значительно больше для плавки 5. При данной деформации для исследуемых сталей характерно появление кольцевых дифракционных картин, обусловленное разориентировкой кристаллов с углом $> 5^\circ$, вследствие мелкозернистости структуры, с рефlekсами от ОЦК и ГЦК фаз.

Таким образом, показано, что количество мартенсита деформации зависит как от степени холодной пластической деформации, так и от легирования, и может достигать 93-98 %. Сталь с пониженным содержанием кобальта (плавка 5) обладает меньшей технологичностью и выдерживает меньшие суммарные степени обжатия без потери пластичности.